

Pertumbuhan Tunas Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz.) Genotipe Jame-jame secara *In Vitro****In Vitro* Shoots Growth of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) Jame-jame Genotype****Candra Catur Nugroho¹, Nurul Khumaida^{2*}, dan Sintho Wahyuning Ardie²**¹Program Studi Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (Bogor Agricultural University), Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

Diterima 16 Juli 2015/Disetujui 22 Januari 2016

ABSTRACT

*The continuous supply of true-to-type seedling through in vitro technique is very important for cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) as the demand for seedlings is increasing. The research consisted of two experiments and they were conducted from February 2013 to February 2014. The first experiment was in vitro shoot multiplication to evaluate the effect of culture medium and single node position on growth and shoot multiplication of cassava Jame-jame genotype. This experiment was arranged in a randomized complete block design with two factors and four replications. The first factor was culture medium (MS0 and MSB3) and the second factor was single node positions used as explant (basal, middle, and top section of the stem). The result showed that middle section of the stem cultured on MS0 medium had the highest shoot height, number of leaves, and number of nodes. The second experiment was the acclimatization to evaluate the effect of culture period on the success of the acclimatization. This experiment was arranged in a completely randomized design with culture period prior to acclimatization as treatment. The results showed that seedlings from period of 12 and 24 weeks after culture showed higher survival rates (80%) than seedling from period of 36 and 48 weeks after culture (50 and 40%). Culture period prior to acclimatization had no significant effect on plant height and number of leaves.*

Keywords: BAP, culture period, single node position, shoot multiplication

ABSTRAK

*Penyediaan bibit ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz.) true-to-type melalui kultur jaringan sangat penting mengingat permintaan yang semakin tinggi terhadap ubi kayu. Penelitian ini terdiri atas dua percobaan yang dilaksanakan dari Februari 2013 hingga Februari 2014. Percobaan pertama adalah multiplikasi tunas yang bertujuan untuk mempelajari pengaruh penggunaan media kultur dan posisi buku tunggal terhadap pertumbuhan dan multiplikasi tunas ubi kayu genotipe Jame-jame secara in vitro. Percobaan ini disusun berdasarkan rancangan kelompok lengkap teracak faktorial dengan dua faktor dan empat ulangan. Faktor pertama yaitu media kultur (MS0 dan MSB3) dan faktor kedua yaitu posisi buku tunggal sebagai eksplan (pangkal, tengah, dan ujung). Hasil penelitian menunjukkan bahwa buku tunggal bagian tengah yang dikulturkan dalam media MS0 menghasilkan tinggi tunas, jumlah daun, dan jumlah buku tertinggi. Percobaan kedua adalah aklimatisasi bibit yang bertujuan untuk mempelajari pengaruh periode kultur terhadap keberhasilan aklimatisasi. Percobaan ini disusun berdasarkan rancangan acak lengkap dengan periode kultur sebelum aklimatisasi sebagai perlakuan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa bibit dari periode 12 dan 24 MSK memiliki persentase hidup saat aklimatisasi lebih tinggi (80%) dibandingkan dengan bibit dari periode 36 dan 48 MSK (50 dan 40%). Periode kultur sebelum aklimatisasi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun.*

Kata kunci: BAP, multiplikasi tunas, periode kultur, posisi buku tunggal

PENDAHULUAN

Sampai saat ini Indonesia masih mengimpor tepung terigu dan produk gandum untuk memenuhi kebutuhan tepung terigu di dalam negeri dengan nilai impor yang menempati urutan pertama untuk produk pertanian dan

pangan. Nilai impor terigu dan produk gandum pada tahun 2009 sampai dengan 2012, berturut-turut mencapai 1,316.1 juta US\$; 1,424.3 juta US\$; 2,193.9 juta US\$; dan 2,253.9 juta US\$. Bahkan devisa negara yang dikeluarkan untuk mengimpor tepung terigu dan produk gandum pada tahun 2013 mencapai 2,433.9 juta US\$ (FAO, 2014).

Indonesia terkenal sebagai negara yang memiliki keanekaragaman hayati sangat besar, yang memberikan peluang besar untuk menggali potensi sumber daya pangan

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: nkhumaida@yahoo.com

lokal dan memanfaatkannya sebagai bahan baku substitusi tepung terigu. Kelompok tanaman umbi-umbian memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai sumber karbohidrat, seperti ubi kayu, ubi jalar, talas-talasan, iles-iles, gadung, garut, dan ganyong. Ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz.) memiliki prospek pemanfaatan dan pengembangan sebagai bahan makanan, bahan baku industri terutama industri *pellet* atau pakan ternak dan industri pengolahan tepung. Ubi kayu juga dapat dimanfaatkan untuk dijadikan bahan baku pembuatan bioetanol (Sriroth *et al.*, 2010).

Peningkatan produksi ubi kayu nasional diarahkan untuk diversifikasi pangan, pemanfaatan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol, pakan ternak, dan industri tepung. Hal ini menuntut tersedianya bahan tanam (bibit) ubi kayu bermutu dalam jumlah banyak dan memiliki kejelasan varietas, serta dihasilkan dalam waktu yang relatif cepat. Salah satu alternatif yang dapat diterapkan adalah dengan teknik kultur jaringan (*in vitro*). Teknik perbanyakan bibit ubi kayu secara *in vitro* perlu dilakukan karena belum banyak lembaga atau perusahaan penghasil stek (bibit) asal *in vitro* dalam jumlah besar dan memiliki kejelasan varietas. Sejauh ini hanya beberapa lembaga penelitian yang telah mengerjakan perbanyakan bibit ubi kayu secara *in vitro*, satu di antaranya yaitu pusat penelitian bioteknologi LIPI Cibinong-Bogor. Adanya perluasan areal tanam ubi kayu menuntut adanya penyediaan bibit unggul dan bermutu dalam jumlah besar. Bibit unggul yang dihasilkan dari kultur jaringan biasanya bebas dari patogen (apabila eksplan yang digunakan berasal dari jaringan tanaman yang sehat atau berasal dari jaringan meristem) dan dapat dijadikan sebagai *mother stock*.

Penelitian perbanyakan dan perbaikan tanaman ubi kayu melalui teknik kultur jaringan telah banyak dilakukan. Penelitian yang dilakukan mencakup penelitian pembentukan tunas baru (multiplikasi tunas) dan pembentukan kalus embriogenik (Hankoua *et al.*, 2006; Onuoch dan Onwubiku, 2007; Feitosa *et al.*, 2007; Rossin dan Rey, 2011; Wongtiem *et al.*, 2011; Mapayi *et al.*, 2013; Hartati *et al.*, 2013). Penelitian perbaikan tanaman ubi kayu di Afrika dan negara Amerika Latin difokuskan terhadap perbaikan genotipe atau varietas yang tahan terhadap hama dan penyakit (Mushiyimana *et al.*, 2011; Cacai *et al.*, 2013a). Perbaikan sifat ubi kayu yang telah dilakukan di Indonesia yaitu peningkatan kandungan nutrisi pada umbi seperti jenis protein tertentu, komponen lain seperti fosfor dan rasio antara amilosa dan amilopektin (Sudarmonowati *et al.*, 2002).

Pemilihan jenis media dan eksplan dalam teknik *in vitro* sangat mempengaruhi respon pertumbuhan planlet. Penggunaan jenis media dan eksplan yang tepat akan menghasilkan pertumbuhan planlet yang optimum. Perbanyakan *in vitro* ubi kayu umumnya menggunakan eksplan berupa buku tunggal (*single node*). Posisi *single node* diduga sangat mempengaruhi daya regenerasi membentuk planlet ubi kayu varietas Adira 2 (Khumaida dan Fauzi, 2013). Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari jenis media kultur dan posisi *single node* (pangkal, tengah, dan ujung) terhadap pertumbuhan dan multiplikasi planlet ubi

kayu genotipe Jame-jame secara *in vitro* serta mempelajari pengaruh periode kultur terhadap keberhasilan aklimatisasi bibit ubi kayu genotipe Jame-jame.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan 3 Departemen Agronomi dan Hortikultura (AGH) Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Analisis anatomi jaringan buku dilakukan di Laboratorium Mikroteknik AGH IPB. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2013 hingga Februari 2014. Bahan tanam (eksplan) yang digunakan adalah buku tunggal (*single node*) dari planlet ubi kayu genotipe Jame-jame (genotipe unggul lokal yang berasal dari Halmahera, Maluku Utara), yang dikulturkan dalam media MS0 dan MS + 3 mg L⁻¹ BAP (MSB3). Penelitian terdiri atas dua sub percobaan terpisah, yaitu multiplikasi tunas ubi kayu secara *in vitro* dan aklimatisasi bibit ubi kayu hasil perbanyakan *in vitro*.

Multiplikasi Tunas Ubi Kayu secara In Vitro

Penelitian disusun berdasarkan rancangan kelompok lengkap teracak (RKL) faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah komposisi media kultur yang terdiri atas dua jenis yaitu MS0 dan MS + 3 mg L⁻¹ BAP (MSB3). Faktor ke dua adalah posisi *single node* yang terdiri atas tiga posisi yaitu pangkal (1-2 buku paling bawah), tengah (buku ke-3 dan 4 dari pucuk), dan ujung (1-2 buku paling atas). Kombinasi dari dua faktor tersebut menghasilkan enam kombinasi perlakuan. Terdapat empat kelompok yaitu subkultur ke-1, 2, 3 dan 4 yang masing-masing diulang sebanyak 10 kali sehingga terdapat 240 satuan percobaan. Kultur dipelihara di ruang kultur dengan suhu ± 25 °C, penerangan dari 2 buah lampu *fluorescence* dan fotoperiode 24 jam selama 12 minggu.

Peubah yang diamati meliputi waktu munculnya tunas, tinggi tunas, jumlah daun, jumlah buku, dan jumlah tunas. Waktu munculnya tunas diamati setiap hari sampai tunas pertama terbentuk, sedangkan peubah tinggi tunas, jumlah daun, jumlah buku, dan jumlah tunas diamati setiap minggu hingga 12 minggu setelah kultur (MSK). Selain itu dilakukan pengamatan anatomi jaringan buku bagian pangkal, tengah, dan ujung.

Aklimatisasi Bibit Ubi Kayu Hasil Perbanyakan In Vitro

Penelitian disusun berdasarkan rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor yaitu periode kultur sebelum aklimatisasi yang terdiri atas empat periode (12, 24, 36, dan 48 MSK). Planlet yang berasal dari *single node* bagian tengah yang dikulturkan dalam media MS0 dan telah berumur 12 MSK kemudian disubkultur (eksplan berupa buku tunggal) ke dalam media MS0 (subkultur ke-1). Setelah tunas baru muncul dan berumur 12 MSK, tunas baru kemudian disubkultur (eksplan berupa buku tunggal) kembali ke media MS0 baru (subkultur ke-2). Kegiatan ini dilakukan hingga subkultur ke-4. Planlet asal subkultur ke-1,

2, 3, dan 4 yang berurutan memiliki periode 48, 36, 24, dan 12 MSK diaklimatisasi pada media yang berisi campuran kompos : arang sekam (1:1, v/v). Terdapat 10 ulangan yang tiap ulangan terdiri atas satu pot media yang masing-masing berisi satu bibit tanaman. Pengamatan yang dilakukan meliputi persentase tanaman hidup, tinggi tanaman, dan jumlah daun total yang dilakukan setiap minggu hingga 8 minggu setelah aklimatisasi (MSA).

Data penelitian dianalisis dengan analisis sidik ragam (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan. Analisis data menggunakan program SAS 9.1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

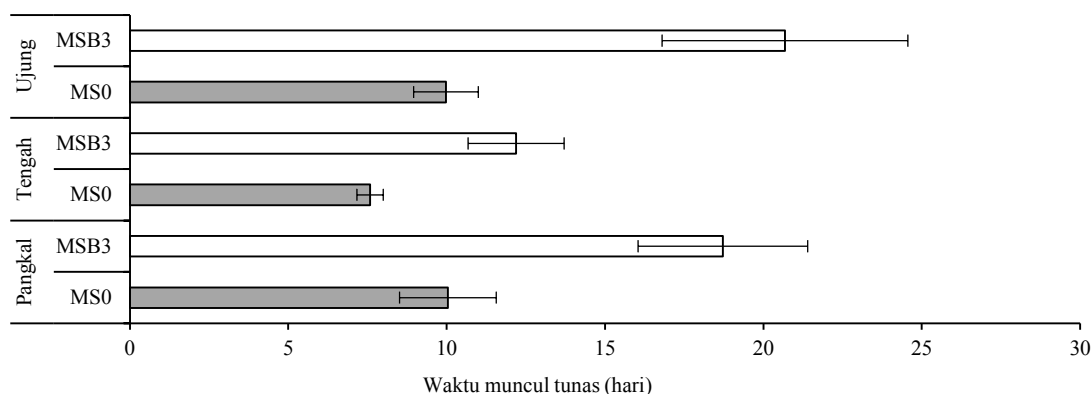
Multiplikasi Tunas Ubi Kayu secara In Vitro

Secara umum, munculnya tunas pada penelitian ini kurang dari 2 minggu. Waktu muncul tunas ini lebih cepat bila dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan Wasswa *et al.* (2010) yang menunjukkan bahwa tunas ubi kayu terbentuk saat 2-4 MSK pada beberapa kultivar ubi kayu. Penelitian Wasswa *et al.* (2010) menggunakan semua buku (*node*) pada batang tunas, dengan *single node* sebagai eksplan. Beragamnya waktu munculnya tunas antara penelitian Wasswa *et al.* (2010) dengan penelitian ini diduga karena beragamnya posisi *single node* yang digunakan sebagai eksplan.

Penggunaan jenis media dan eksplan *single node* dari posisi berbeda (pangkal, tengah, dan ujung) menunjukkan perbedaan kecepatan inisiasi munculnya tunas pada penelitian ini (Gambar 1). Waktu muncul tunas pada eksplan *single node* bagian tengah lebih cepat dibandingkan *single node* bagian pangkal dan ujung saat dikulturkan pada media MS0. Hal ini memberi indikasi bahwa *single node* ke 3-4 dari pucuk memiliki daya regenerasi yang baik. Khumaida dan Fauzi (2013) juga menggunakan *single node* ke 2-4 dari pucuk dalam penelitian perbanyakan planlet ubi kayu varietas Adira 2 dengan kecepatan inisiasi tunas pada media MS0 dan MSB3 berturut-turut sebesar 8.50 dan 3.25 hari.

Interaksi jenis media kultur dan posisi *single node* berpengaruh nyata terhadap tinggi tunas ubi kayu genotipe Jame-jame (Tabel 1). Secara umum, interaksi perlakuan yang menghasilkan tunas tertinggi pada 12 MSK diperoleh dari eksplan *single node* bagian tengah yang dikulturkan pada media MS0. Tunas pada media MS0 menghasilkan planlet yang lebih tinggi dibandingkan jika dikulturkan pada media MS + 3 mg L⁻¹ BAP (MSB3). Pertambahan tinggi tunas pada media MSB3 sangat lambat pada minggu awal dikulturkan. Hal ini diduga karena pertumbuhan tunas pada media MSB3 lebih mengarah ke pembentukan tunas majemuk.

Jumlah tunas yang dihasilkan pada media MSB3 lebih tinggi dibandingkan pada media MS0 (Tabel 2). Penambahan zat pengatur tumbuh (ZPT) jenis BAP sebesar



Gambar 1. Waktu muncul tunas ubi kayu genotipe Jame-jame. MS0 = MS tanpa ZPT; MSB3 = MS + 3 mg L⁻¹ BAP. Data menunjukkan nilai rata-rata ± standar deviasi

Tabel 1. Tinggi tunas (cm) ubi kayu genotipe Jame-jame

Posisi <i>single node</i>	8 MSK			12 MSK		
	MS0	MSB3	Rata-rata	MS0	MSB3	Rata-rata
Pangkal	1.32aA	0.87aA	1.10a	2.88bA	1.06aA	1.97b
Tengah	1.90aA	0.83aB	1.37a	5.36aA	1.05aB	3.21a
Ujung	1.81aA	0.80aA	1.31a	4.84bA	1.02aB	2.93ab
Rata-rata	1.68A	0.84B		4.36A	1.04B	

Keterangan: MS0 = MS tanpa ZPT; MSB3 = MS + 3 mg L⁻¹ BAP. Angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom umur yang sama dan angka yang diikuti huruf kapital yang sama pada baris yang sama artinya tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$; MSK = minggu setelah kultur

3 mg L⁻¹ memacu tumbuhnya tunas-tunas adventif pada bagian pangkal eksplan yang didahului oleh munculnya kalus. Lizawati *et al.* (2009) melaporkan bahwa penambahan BAP ke dalam media dapat merangsang pembentukan tunas majemuk pada planlet jarak pagar. Manfaat BAP dalam induksi tunas juga dilaporkan oleh Cacai *et al.* (2013b) yang menyatakan bahwa penambahan BAP sebesar 0.2 mg L⁻¹ pada media MS dapat menginduksi pembentukan tunas maksimum pada beberapa genotipe ubi kayu asal Benin.

Berdasarkan hasil pengamatan terlihat bahwa interaksi perlakuan jenis media kultur dan posisi *single node* memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah tunas pada Jame-jame (Tabel 2). Jumlah tunas terbanyak umumnya dihasilkan dari eksplan *single node* bagian tengah yang dikulturkan pada media MSB3. Jumlah tunas yang dihasilkan mencapai 2 tunas per eksplan. Penelitian Khumaida dan Fauzi (2013) menghasilkan kurang dari 2 tunas per planlet pada media kultur yang sama.

Interaksi perlakuan posisi *single node* dan media berpengaruh nyata terhadap jumlah daun per planlet pada 4 dan 8 MSK (Gambar 2). Rata-rata jumlah daun per planlet tidak lebih dari empat daun pada 8 hingga 12 MSK. Hal ini disebabkan karena daun banyak yang mengalami *senescence* (gugur daun). Gugurnya daun diduga karena adanya ketidakseimbangan kandungan auksin-sitokinin endogen di dalam jaringan tanaman. Kandungan auksin endogen dalam

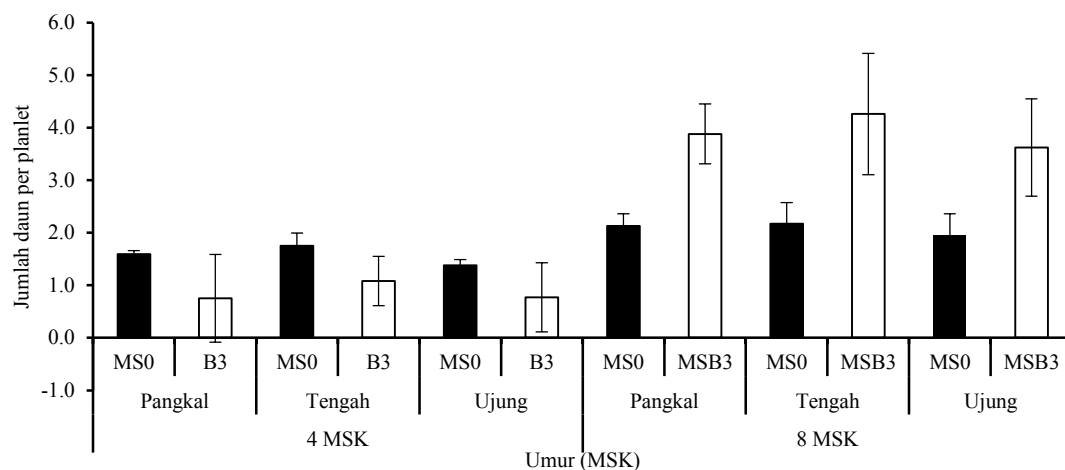
tanaman sangat tinggi sehingga meningkatkan aktivitas etilen yang menyebabkan daun menjadi gugur. Menurut Wattimena (1988) auksin merupakan salah satu faktor kunci dalam sintesis etilen, karena auksin merupakan prekursor dalam perubahan SAM menjadi ACC (senyawa antara dalam sintesis etilen). Gejala gugur daun pada penelitian ini mulai terjadi pada 4 MSK. Menurut Hankoua *et al.* (2005), biakan *in vitro* ubi kayu biasanya disubkultur setiap 4-5 minggu sekali agar selalu berada dalam kondisi optimal dan menghindari terjadinya *senescence*.

Interaksi perlakuan jenis media kultur dan posisi *single node* tidak berpengaruh nyata ($\alpha > 0.05$) terhadap jumlah buku pada genotipe Jame-jame. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa posisi *single node* mempengaruhi respon pertumbuhan planlet. Pertumbuhan planlet terbaik dihasilkan dari eksplan *single node* bagian tengah. Pengaruh posisi *single node* terhadap pertumbuhan tunas diduga akibat perbedaan fase perkembangan jaringan. Anatomi jaringan pada masing-masing posisi *single node* menunjukkan perbedaan (Gambar 3). Jaringan *single node* bagian pangkal sudah terdeferensiasi secara sempurna, yaitu terdiri atas epidermis, korteks, dan jaringan pembuluh. Jaringan epidermis pada *single node* bagian pangkal sudah terbentuk sempurna dan diduga menyulitkan dediferensiasi menjadi jaringan lain.

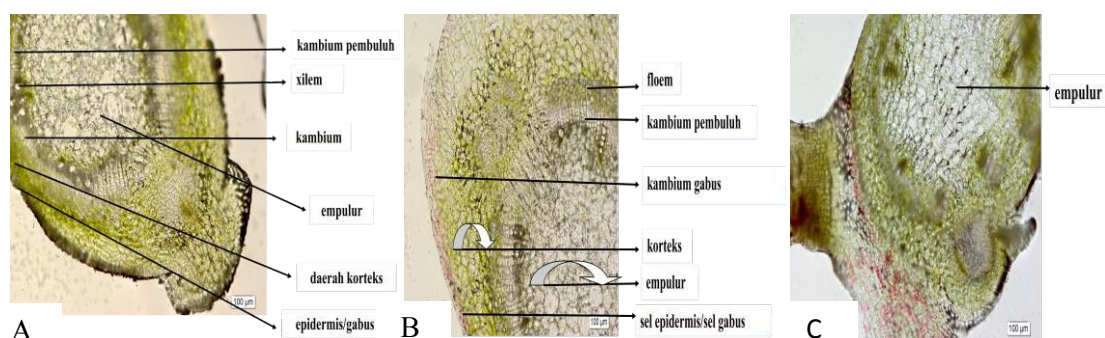
Tabel 2. Jumlah tunas planlet ubi kayu genotipe Jame-jame

Posisi <i>single node</i>	8 MSK			12 MSK		
	MS0	MSB3	Rata-rata	MS0	MSB3	Rata-rata
Pangkal	1.0aB	1.7aA	1.4a	1.0aB	1.1aA	1.5a
Tengah	1.0aB	1.7aA	1.4a	1.0aB	2.0aA	1.5a
Ujung	1.0aB	1.5aA	1.3a	1.0aB	1.8aA	1.4a
Rata-rata	1.0B	1.7A		1.0B	1.9A	

Keterangan: MS0 = MS tanpa ZPT; MSB3 = MS + 3 mg L⁻¹ BAP. Angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom umur yang sama dan angka yang diikuti huruf kapital yang sama pada baris yang sama artinya tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf $\alpha = 5\%$; MSK = minggu setelah kultur



Gambar 2. Jumlah daun tunas ubi kayu genotipe Jame-jame. MS0 = MS tanpa ZPT; MSB3 = MS + 3 mg L⁻¹ BAP. Data menunjukkan nilai rata-rata \pm standar deviasi



Gambar 3. Irisan melintang buku tunas ubi kayu genotipe Jame-jame: (A) pangkal, (B) tengah, dan (C) ujung

Anatomi *single node* bagian ujung menunjukkan jaringan-jaringan yang belum terbentuk secara jelas. Jaringan pembuluh, korteks dan sebagainya belum jelas arah pembentukannya. Buku bagian ujung ini apabila dijadikan sebagai eksplan akan menghasilkan planlet yang kurang optimal pertumbuhannya yaitu cenderung kurus dan tidak tegar.

Hasil anatomi *single node* bagian tengah menunjukkan terbentuknya jaringan pembuluh, korteks, dan jaringan lainnya. Tunas yang terbentuk dari *single node* bagian tengah tumbuh optimum ditandai dengan tinggi, jumlah daun serta ketegaran planlet yang baik (Tabel 1 dan 2, Gambar 2).

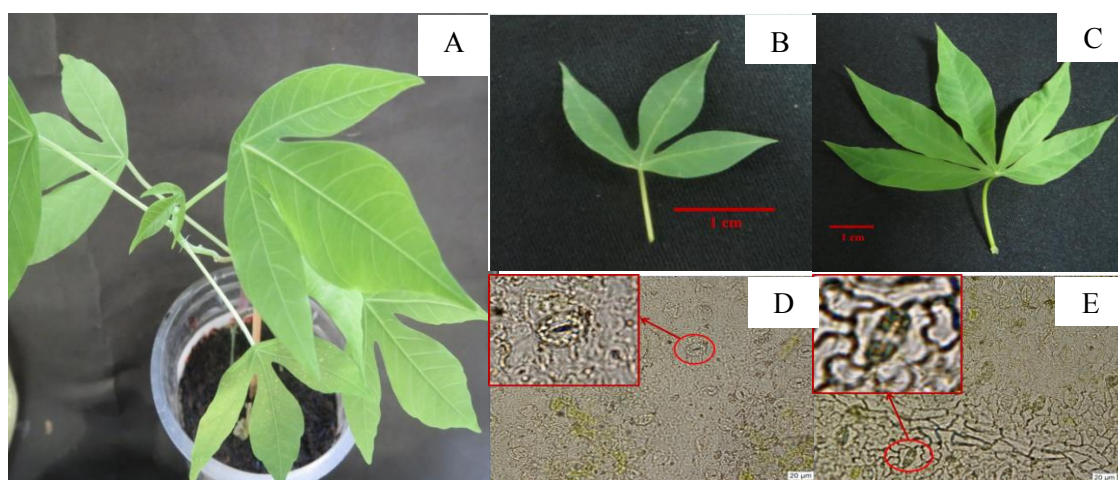
Aklimatisasi Bibit Ubi Kayu Hasil Perbanyakan In Vitro

Planlet yang memiliki periode 48, 36, 24, dan 12 MSK diaklimatisasi pada media yang berisi campuran kompos : arang sekam (1:1, v/v). Tingkat keberhasilan aklimatisasi planlet ubi kayu pada penelitian ini tergolong cukup tinggi. Berdasarkan hasil pengamatan hingga 8 minggu setelah aklimatisasi (MSA), persentase tanaman hidup yang berasal dari planlet periode 12, 24, 36, dan 48 MSK berturut-turut yaitu sebesar 80, 80, 50, dan 40%. Planlet yang terlalu lama hidup di media kultur akan mengalami pertumbuhan yang tidak optimum, mengalami *senescence* hingga

mengalami kematian karena kehabisan hara dalam media kultur dan terakumulasinya gas etilen dalam botol kultur. Akumulasi gas etilen dalam jumlah tertentu dapat merusak pertumbuhan planlet (Kozai dan Kubota, 2005). Hal ini yang menyebabkan persentase hidup dari bibit periode 12 dan 24 MSK lebih tinggi dibandingkan dengan bibit periode 36 dan 48 MSK. Selama periode aklimatisasi, perawatan dan pemeliharaan tanaman harus diperhatikan secara baik untuk menjaga kelangsungan hidup tanaman. Ogero et al. (2012) menyatakan bahwa perawatan yang intensif dan optimasi media mempengaruhi keberhasilan tahapan aklimatisasi.

Tingkat ketegaran dan kesegaran tanaman hingga 8 MSA juga cukup baik (Gambar 4a). Hasil aklimatisasi menunjukkan jumlah cuping daun tanaman hingga 8 MSA berjumlah tiga (Gambar 4b). Jumlah cuping daun ini berbeda dengan morfologi daun di lapangan yang normalnya berjumlah 5-7 cuping (Gambar 4c). Pengamatan mikroskopis tambahan menunjukkan daun tanaman aklimatisasi memiliki karakteristik stomata yang lebih terbuka dibandingkan daun tanaman di lapangan (Gambar 4d, e). Perbedaan jumlah cuping daun dan karakteristik stomata ini dimungkinkan tanaman masih melakukan proses adaptasi selama tumbuh di media aklimatisasi.

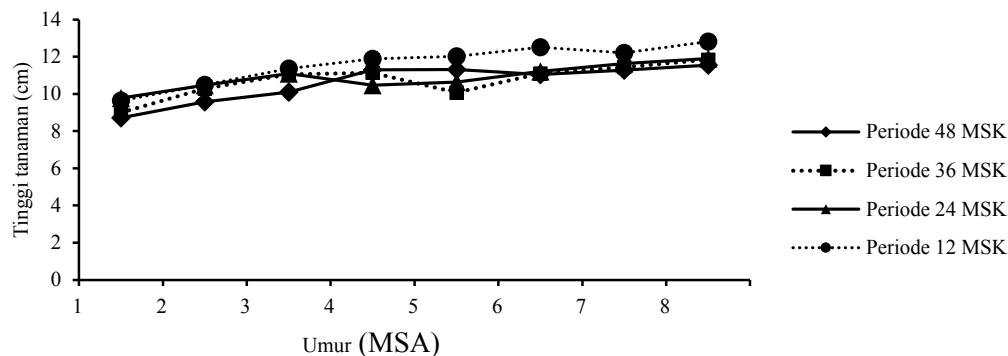
Pertumbuhan tanaman selama aklimatisasi berupa tinggi tanaman dan jumlah daun diamati hingga 8 MSA.



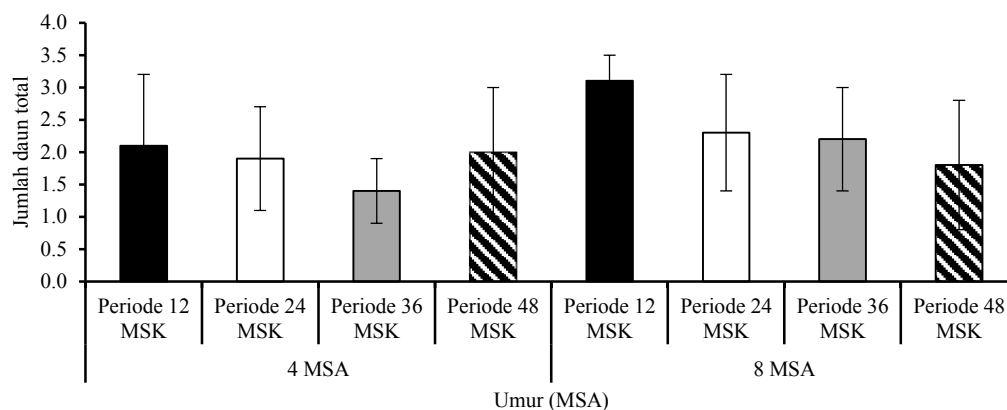
Gambar 4. Morfologi tanaman ubi kayu genotipe Jame-jame: (A) tanaman hasil aklimatisasi saat 8 MSA, (B) helai daun umur 10 hari dari tanaman hasil aklimatisasi, (C) helai daun umur 10 hari dari tanaman di lapangan, (D) karakteristik stomata daun hasil aklimatisasi, dan (E) karakteristik stomata daun di lapangan

Berdasarkan hasil pengamatan, perbedaan periode kultur tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman saat aklimatisasi. Secara umum, tanaman mengalami pertambahan tinggi pada minggu-minggu awal (1-3 MSA) dan mengalami perlambatan pertumbuhan tinggi tanaman hingga 5 MSA, kemudian mengalami peningkatan pertambahan tinggi lagi hingga 8 MSA meskipun peningkatan yang terjadi tidak setinggi jika dibandingkan dengan minggu-minggu awal aklimatisasi (Gambar 5). Tanaman tertinggi hingga 8 MSA

diperoleh dari aklimatisasi planlet yang berasal dari periode 12 MSK yaitu sebesar 12.81 cm. Hal yang tidak jauh berbeda ditunjukkan terhadap pembentukan daun. Perbedaan periode kultur tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun pada minggu-minggu awal aklimatisasi. Perbedaan nyata hanya terjadi pada 8 MSA yang menunjukkan jumlah daun terbanyak diperoleh dari aklimatisasi planlet yang berasal dari periode 12 MSK (Gambar 6).



Gambar 5. Tinggi tanaman ubi kayu genotipe Jame-jame hasil aklimatisasi



Gambar 6. Jumlah daun total tanaman ubi kayu genotipe Jame-jame hasil aklimatisasi. Data menunjukkan nilai rata-rata \pm standar deviasi

KESIMPULAN

Posisi *single node* dan jenis media yang berbeda pada kultur ubi kayu memberikan respon pertumbuhan planlet yang berbeda. Posisi *single node* yang memberikan respon pertumbuhan (tinggi tunas, jumlah daun, jumlah buku, dan jumlah tunas) terbaik adalah bagian tengah. Umumnya planlet memberikan respon pertumbuhan berupa tinggi tunas, jumlah daun, dan jumlah buku terbaik jika menggunakan *single node* bagian tengah dan dikulturkan dalam media MS0, sedangkan untuk pertumbuhan jumlah tunas terbaik jika menggunakan *single node* bagian tengah dan dikulturkan dalam media MS + 3 mg L⁻¹ BAP. Walaupun periode kultur sebelum aklimatisasi tidak berpengaruh nyata terhadap peubah tinggi tanaman dan jumlah daun, bibit dari periode 12 dan 24 MSK memiliki persentase kehidupan

aklimatisasi (80%) lebih tinggi dibandingkan dengan bibit dari periode 36 dan 48 MSK (50 dan 40%).

DAFTAR PUSTAKA

- Cacai, G.H.T., H. Adoukonou-Sagbagja, B.S. Kumulugui, P.O. Ovono, J. Houngue, C. Ahanhanzo. 2013a. Eradication of cassava (*Manihot esculenta*) mosaic symptoms through thermotherapy and meristems cultured *in vitro*. Intl. J. Agron. Plant. Prod. 4:3697-3701.
- Cacai, G., C. Ahanhanzo, A. Adjanohoun, S. Houedjissin, P. Azokpota, C. Agbangla. 2013b. Hormonal influence on the *in vitro* bud burst of some cassava varieties and accessions from Benin. Afr. J. Biotechnol. 12:1475-1481.

- Feitosa, T., J.L.P. Bastos, L.F.A. Ponte, T.L. Juca, F.A.P. Campos. 2007. Somatic embryogenesis in cassava genotypes from the Northeast of Brazil. Brazilian Arch. Biol. Technol. 50:201-206.
- Food and Agriculture Organization. 2014. Data impor tepung terigu dan produk gandum Indonesia. <http://www.fao.org>. [27 Desember 2014].
- Hankoua, B.B., N.J. Taylor, S.Y.C. Ng, I. Fawole, J. Puonti-Kaerlas, C. Padmanabhan, J.S. Yadav, C.M. Fauquet, A.G.O. Dixon, V.N. Fondong. 2006. Production of the first transgenic cassava in Africa via direct shoot organogenesis from friable embryogenic calli and germination of maturing somatic embryos. Afr. J. Biotechnol. 5:1700-1712.
- Hankoua, B.B., S.Y.C. Ng, J. Puonti-Kaerlas, I. Fawole, A.G.O. Dixon, M. Pillay. 2005. Regeneration of a wide range of African cassava genotypes via shoot organogenesis from cotyledon of maturing somatic embryos and conformity of the field-established regenerants. Plant Cell Tiss. Org. Culture 81:200-211.
- Hartati, N.S., N. Rahman, H. Fitriani, E. Sudarmonowati. 2013. Koleksi kultur *in vitro* ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz.) sebagai material perakitan bibit unggul. hal. 389-398. Dalam Sutanto, R.U.M.S. Soedjanaatmadja, U. Supriatman, T. Panji (Eds.). Seminar Nasional Riset Pangan, Obat-obatan, dan Lingkungan untuk Kesehatan. Bogor 27-28 Juni 2013.
- Khumaida, N., A.R. Fauzi. 2013. Induksi tunas ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz.) var. Adira 2 secara *in vitro*. J. Agron. Indonesia 41:133-139.
- Kozai, T., C. Kubota. 2005. *In vitro* aerial environments and their effects on growth and development of plants. p. 31-52. In Kozai T, F. Afreen, S.M.A. Zobayed (Eds.). Photoautotrophic (Sugar Free Medium) Micropropagation as a New Micropropagation and Transplant Production System. Kluwer Academic Publisher, Netherlands.
- Lizawati, T., Novita, R. Purnamaningsih. 2009. Induksi dan multiplikasi tunas jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) secara *in vitro*. J. Agron. Indonesia 37:78-85.
- Mapayi, E.F., D.K. Ojo, O.A. Oduwaye, J.B.O. Porbeni. 2013. Optimization of *in vitro* propagation of cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) genotypes. J. Agric. Sci. 5:261-269.
- Mushiyimana, I., E. Hakizimana, G. Gashaka, P.Y.K. Sallah, S. Kalisa, F. Gatunzi, T. Asimwe, J. Kahia, D. Gahakwa. 2011. Micro-propagation of disease resistant cassava variety in Rwanda. Rwanda J. 24:49-57.
- Ogero, K.O., N.M. Gitonga, M. Mwangi, O. Ombori, M. Ngugi. 2012. Cost-effective nutrient sources for tissue culture of cassava (*Manihot esculenta* Crantz.). Afr. J. Biotechnol. 11:12964-12973.
- Onuoch, C.I., N.I.C. Onwubiku. 2007. Micropropagation of cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) using different concentrations of *benzylaminopurine* (BAP). J. Eng. Appl. Sci. 2:1229-1231.
- Rossin, C.B., M.E.C. Rey. 2011. Effect of explant source and auxins on somatic embryogenesis of selected cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) cultivars. South African J. Bot. 77:59-65.
- Sriroth, K., K. Piyachomkwan, S. Wanlapatit, S. Nivitchanyong. 2010. The promise of a technology revolution in cassava bioethanol: from Thai practice to the world practice. Fuel 89:1333-1338.
- Sudarmonowati, E., R. Hartati, T. Taryana. 2002. Produksi tunas, regenerasi dan evaluasi hasil ubi kayu (*Manihot esculenta*) Indonesia asal kultur jaringan di lapang. Natur Indonesia 4:96-108.
- Wasswa, P., T. Alicai, S.B. Mukasa. 2010. Optimisation of *in vitro* techniques for cassava brown streak virus elimination from infected cassava clones. Afr. Crop. Sci. J. 18:235-241.
- Wattimena, G.A. 1988. Zat Pengatur Tumbuh Tanaman. Laboratorium Kultur Jaringan (PAU) Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Wongtiem, P., D. Courtois, B. Florin, M. Juchaux, D. Peltier, P. Broun, J.P. Ducos. 2011. Effects of cytokinins on secondary somatic embryogenesis of selected clone Rayong 9 of *Manihot esculenta* Crantz for ethanol production. Afr. J. Biotechnol. 10:1600-1608.